



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 37 35 162.1
㉔ Anmeldetag: 16. 10. 87
㉕ Offenlegungstag: 28. 4. 88

DE 3735162 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
17.10.86 JP P 245463/86 24.04.87 JP P 99811/87

⑦1 Anmelder:
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
von Föner, A., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ebbinghaus,
D., Dipl.-Ing.; Finck, K., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

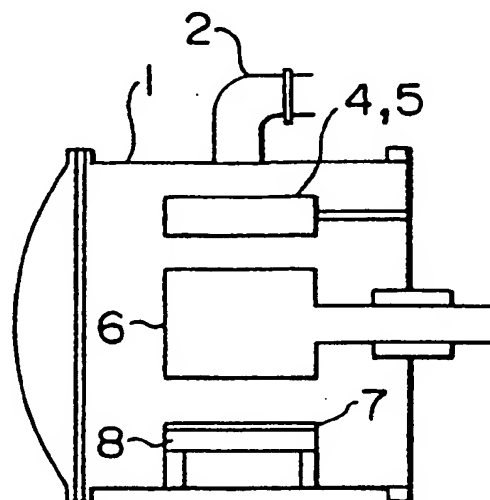
⑦2 Erfinder:
Tokai, Masaie, Ryugasaki, JP; Katsura, Hiroyuki,
Chiyoda, Ibaraki, JP; Aiuchi, Susumu; Shimizu,
Tamotsu; Sakata, Masao, Yokohama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Aufdampfvorrichtung

Bei einer Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron zum Abscheiden eines Dünnsfilms auf einem bandförmigen Material (3) durch Zerstäuben sind mehrere Magnetfelderzeugungseinrichtungen (14, 15) vorgesehen, die je die Form eines rechteckigen Ringes haben und konzentrisch zueinander auf einer Kathode (8) befestigt und von einer Targetplatte (7) abgedeckt sind. Wenigstens einer der den Magnetfelderzeugungseinrichtungen (14, 15) zugeführten Ströme wird durch eine Stromregleinrichtung (11) so verändert, daß sich die Größe eines über den Magnetfelderzeugungseinrichtungen gebildeten Plasmaringes ändert. Hierdurch läßt sich ein auf dem bandförmigen Material (3) abgeschiedener Dünnsfilm mit gleichmäßiger Dicke erzielen.

FIG. 1



DE 3735162 A1

Patentansprüche

1. Ein planares Magnetron aufweisende Aufdampfvorrichtung zum dauernden Auftragen eines dünnen Films auf ein rechteckiges oder bandförmiges Material (3), gekennzeichnet durch mehrere Magnetfelderzeugungseinrichtungen (14, 15; 26, 27, 28, 29), die zwischen einem auf einer Kathode (16) angeordneten Joch (24) und einer Targetplatte (7) vorgesehen sind und eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung in einem auf der Targetplatte (7) bestehenden räumlichen Bereich bilden, wobei die Magnetfelderzeugungseinrichtungen (14, 15; 26, 27, 28, 29) je rechteckförmig ausgebildet und konzentrisch zueinander angeordnet sind, und durch eine Stromregleinrichtung (11) zum Variieren wenigstens eines der den Magnetfelderzeugungseinrichtungen (14, 15; 26, 27, 28, 29) zugeführten Ströme zur Veränderung der Größe des über den Magnetfelderzeugungseinrichtungen gebildeten Plasmaringes.
2. Aufdampfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtungen (26, 27, 28, 29) parallel zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials (6) nebeneinander angeordnet sind.
3. Aufdampfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste in Form eines rechteckigen Ringes ausgebildete elektromagnetische Spule (14) unter einem mittleren Bereich der Targetplatte (7) angeordnet ist, daß wenigstens eine zweite die Form eines rechteckigen Ringes aufweisende elektromagnetische Spule (14) rings um die erste elektromagnetische Spule (15) angeordnet ist, und daß die erste und zweite elektromagnetische Spule (14, 15) zur Bildung einer tunnelförmigen magnetischen Feldverteilung in einem auf der Targetplatte (7) befindlichen räumlichen Bereich dienen.
4. Aufdampfvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere je die Form eines rechteckigen Ringes aufweisende elektromagnetische Spulen (26, 27, 28, 29) derart nebeneinander angeordnet sind, daß sie in einem auf der Targetplatte (7) befindlichen räumlichen Bereich eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung bilden.
5. Ein planares Magnetron aufweisende Aufdampfvorrichtung, gekennzeichnet durch eine in einem Vakuumbehälter (1) drehbar gelagerte rollenförmige Anode (6), und durch mehrere im Vakuumbehälter (1) angeordnete und einem bandförmigen Material (3) zugewandte Kathoden (30, 31, 32; 33, 34; 35, 36, 37), wobei das mit einem Dünnsfilm mittels Aufdampfen zu beschichtende bandförmige Material (3) in Kontakt mit der Rollenanode (6) gehalten wird, wobei die Kathoden (30, 31, 32; 33, 34; 35, 36, 37) so angeordnet sind, daß sie entweder eine zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials (3) senkrechte gerade Linie, eine zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials (3) parallele gerade Linie oder eine in Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials (3) zickzackförmige Linie bilden, wobei an dem dem bandförmigen Material (3) jeder Kathode zugewandten Ende eine Targetplatte (30a, 31a, 32a, 33a, 34a, 35a, 36a, 37a) derart befestigt ist, daß mehrere in Form eines rechteckigen Ringes ausgebildete und in einer an dem dem bandförmigen Material (3) zugewandten Ende der Kathode vorgesehenen Ausnehmung angeordnete

Magnetfelderzeugungseinrichtungen von der Targetplatte abgedeckt sind, so daß in einem räumlichen Bereich auf der Targetplatte eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung erzeugt wird.

6. Aufdampfvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Magnetfelderzeugungseinrichtungen eine elektromagnetische Spule ist und der durch die elektromagnetische Spule fließende Strom so geregelt wird, daß die tunnelförmige Magnetfeldverteilung verändert wird.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Aufsprüh- oder Aufdampfvorrichtung mit einem planaren Magnetron, insbesondere auf eine Aufdampfvorrichtung zum Aufbringen eines dünnen Films auf ein rechteckiges, vorzugsweise endloses, bandförmiges Material wie Filme, Bahnen, Fasern und Glas durch Aufdampfen oder Aufstäuben, so daß der dünne Film eine gleichförmige Dicke erhält.

Aus der JA-A-59-22 788 ist bereits eine Aufdampfvorrichtung mit einer kreisförmigen elektromagnetischen Spule bekannt. Bei dieser Aufdampfvorrichtung besteht jedoch die Schwierigkeit, daß bei dauernder Beschichtung eines bandförmigen Materials mit einem Dünnsfilm durch Aufstäuben der Dünnsfilm in Richtung der Breite des bandförmigen Materials einen konvexen Querschnitt erhält, wobei die maximale Dicke in der Mitte der Breite des bandförmigen Materials vorliegt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Aufdampfvorrichtung mit einem planaren Magnetron anzugeben, mit der es möglich ist, auf ein bandförmiges Material dauernd einen Dünnsfilm aufzubringen, dessen Dicke in Richtung der Breite des bandförmigen Materials und über das gesamte bandförmige Material gleichmäßig ist. Ferner soll eine Aufdampfvorrichtung mit geringen Abmessungen angegeben werden, mit der es möglich ist, die effektive Breite eines mit einem aufgestäubten Material beschichteten bandförmigen Materials zu erhöhen.

Zur Lösung der ersten Aufgabe ist erfindungsgemäß eine Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron vorgesehen, die mehrere Magnetfelderzeugungseinrichtungen enthält, die zwischen einem auf einer Kathode vorgesehenen Joch und einer Targetplatte so angeordnet sind, daß sich in einem räumlichen Bereich auf der Targetplatte eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung ergibt. Jede Magnetfelderzeugungseinrichtung hat die Form eines rechteckigen Ringes; die Magnetfelderzeugungseinrichtungen sind konzentrisch zueinander angeordnet. Eine Stromregleinrichtung zum Verändern wenigstens eines der den Magnetfelderzeugungseinrichtungen zugeführten Ströme dient zur Veränderung der Größe des über den Magnetfelderzeugungseinrichtungen gebildeten Plasmaringes.

Die Größe des Plasmaringes läßt sich auf folgende Weise verändern. Wird der durch eine erste elektromagnetische Spule (d.h. eine innere elektromagnetische Spule) in Form eines rechteckigen Ringes fließende Strom konstant gehalten und der durch eine zweite (d.h. äußere) elektromagnetische Spule in Form eines rechteckigen Ringes in gleicher Richtung wie der Strom der ersten Spule fließende Strom erhöht, so wird die Größe des Plasmaringes größer. Fließt der Strom durch die zweite Spule entgegen dem Strom durch die erste und wird der durch die zweite Spule fließende Strom erhöht,

rechteckigen Ringes, eine zweite, außerhalb der ersten Spule 14 angeordnete elektromagnetische Spule 15, ebenfalls in Form eines rechteckigen Ringes, eine Kathode 16, einen Kühlmittelkanal 17 für zur Kühlung der Targetplatte 7 dienendes Wasser, ein Rohr 18 für Kühlwasser für die erste Spule 14, ein Rohr 19 für Kühlwasser für die zweite Spule 15, einen Mantel 20 zur Verhinderung einer Entladung in einem Raum außerhalb des räumlichen Bereichs auf der Targetplatte 7, einen Schirm 21 zur Verhinderung der Abscheidung von Atomen und Teilchen des Targetmaterials auf der inneren Oberfläche des Vakuumbehälters 1, einen Träger 22 für den Vakuumbehälter 1 und eine Isolierbuchse 23. Die erste und zweite Spule 14 bzw. 15 sind durch ein Joch 24 magnetisch miteinander verbunden.

Zur Erhöhung der Lebensdauer der Targetplatte 7 und zur Vergleichmäßigung der Dicke des auf der Bahn 3 abgeschiedenen Dünnschichtes müssen die jeweiligen Ströme der ersten und zweiten Spule während des Aufdampfprozesses beispielsweise auf folgende Weise geregelt werden.

Ein Strom von 4 A wird durch die erste elektromagnetische Spule 14 in Form eines rechteckigen Ringes geschickt, die sich unterhalb eines mittleren Bereichs der Targetplatte 7 befindet. Durch die die erste Spule 14 konzentrisch umgebende zweite elektromagnetische Spule 15 in Form eines rechteckigen Ringes wird entgegen der Stromrichtung durch die erste Spule 14 ein Strom von ebenfalls 4 A geschickt. Der Strom durch die zweite Spule 15 wird zeitlich linear auf 0 abgesenkt und darauf zeitlich linear auf 4 A erhöht. Diese Verringerung und Erhöhung des Stromes wird wiederholt, womit sich die Ausdehnung und Kontraktion des auf dem Magnetron gebildeten Plasmarings wiederholt. Somit wird der geätzte Bereich auf der Targetplatte 7 verglichen mit einem herkömmlichen Verfahren flächenmäßig größer, bei dem die Größe des Plasmarings konstant gehalten wird. Ferner wird durch Zerstäuben in der Oberfläche der Targetplatte 7 nicht eine V-förmige Nut, sondern eine flache gleichmäßige Nut gebildet. Dementsprechend wird das Volumen des geätzten Bereiches der Targetplatte 7 und damit ihre Lebensdauer in starkem Maße vergrößert. Da ferner während des Zerstäubungsprozesses in der Oberfläche der Targetplatte 7 keine V-förmige Nut entsteht, erhält der auf der Bahn 3 abgeschiedene Dünnschicht eine gleichmäßige Dicke.

Läßt man den Strom der zweiten Spule 15 in der gleichen Richtung fließen wie den in der ersten Spule 14 und variiert man ihn in einem Bereich von 0 bis 4 A, so variiert die Größe des Plasmarings in der oben beschriebenen Weise, wo der Strom durch die zweite Spule entgegen der Stromrichtung der ersten Spule 14 fließt. Die Größe des Plasmarings ist jedoch größer, wenn beide Ströme in der gleichen Richtung fließen als wenn sie in einander entgegengesetzten Richtungen fließen.

Statt den Strom durch die zweite Spule 15 nach einer dreieckförmig verlaufenden Kurvenform auf- und abzusteuern, kann er auch nach anderen Kurvenverläufen geändert werden, beispielsweise sinus- oder trapezoidförmig. Ferner ist es vorteilhaft, den Strom einer elektromagnetischen Spule automatisch durch einen Mikrorechner oder eine Folgesteuerung zu regeln, da eine solche automatische Steuerung zur dauernden Beschichtung eines bandförmigen Materials mit einem Dünnschicht geeignet ist. Wird jedoch der Strom innerhalb eines engen Bereichs geändert, so läßt er sich auch von Hand steuern.

Bei dem planaren Magnetron der Fig. 4 und 5 ist die zweite Spule 15 außerhalb der und konzentrisch zur ersten Spule 14 angeordnet. Außerhalb der zweiten Spule 15 können mehrere weitere elektromagnetische Spulen angeordnet werden, die ebenfalls jeweils die Form eines rechteckigen Ringes haben. Hierdurch läßt sich die Größe des in Fig. 3 gezeigten Plasmarings in einen weiteren Bereich verändern.

Wie erläutert, lassen sich durch die Erfindung die Nachteile des Standes der Technik vermeiden, d.h., die Lebensdauer der Targetplatte 7 wird erhöht und die Dicke eines auf der Bahn 3 abgeschiedenen Dünnschichtes vergleichmäßig.

Anhand Fig. 6 und 7 wird eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron erläutert.

Fig. 6 zeigt den Schnitt eines in der obigen Ausführungsform verwendeten planaren Magnetron, Fig. 7 den Schnitt VII-VII der Fig. 6. Bei der vorliegenden Ausführungsform dienen zur Erzeugung eines gewünschten Magnetfeldes vier nebeneinander angeordnete elektromagnetische Spulen 26, 27, 28, 29. Wie in Fig. 6 gezeigt, wird zwischen der Spule 27 sowie zwischen der Spule 28 und der Spule 29 eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung gebildet. Das bei der vorliegenden Ausführungsform verwendete planare Magnetron hat große Abmessungen, so daß gleichzeitig ein großer Bereich des Materials mit einem Dünnschicht beschichtet werden kann.

Bei dem planaren Magnetron der Fig. 6 und 7 sind vier Spulen 26 bis 29 nebeneinander angeordnet. Ein Teil dieser Spulen kann durch einen Permanentmagneten ersetzt werden.

Fig. 8 und 9 zeigen die Seiten- bzw. Vorderansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron. Die Ausführungsform der Fig. 8 und 9 unterscheidet sich von der der Fig. 1 bis 3 dadurch, daß senkrecht zur Bewegungsrichtung der Bahn 3 drei Kathoden 30, 31 und 32 angeordnet sind.

Zunächst sei angenommen, daß nur eine der Kathoden 30 bis 32 betrieben wird. Wenn ein Magnetron der Fig. 4 verwendet und die jeweiligen Ströme der ersten und zweiten Spule 14 bzw. 15 in geeigneter Weise gesteuert werden, kann der auf der Bahn 3 abgeschiedene Dünnschicht die in einer der Fig. 10A, 10B und 10C gezeigte Dickenverteilung in Richtung der Breite der Bahn 3 haben. Im einzelnen wird die Dickenverteilung der Fig. 10A erzielt, wenn eine Kathode mit einer Breite von 400 mm, einer Länge von 250 mm und einer Höhe von 200 mm bei einem Abstand zwischen Targetplatte 7 und Rollenanode 6 von 50 mm verwendet wird. Durch die Spulen 14 und 15 fließen in entgegengesetzter Richtung Ströme von jeweils 4 A. Fig. 10B zeigt die Dickenverteilung bei einem Strom von 4 A durch die erste Spule 14 und einem in Gegenrichtung durch die zweite Spule 15 fließenden Strom von 2 A. Fig. 10C zeigt die Dickenverteilung bei einem Strom von 4 A durch die erste Spule 14 und einem in Gegenrichtung durch die zweite Spule 15 fließenden Strom von 1 A. Wie oben erwähnt, können durch Änderung des Maximalwertes und/oder der Richtung des durch die zweite Spule 15 fließenden Stromes unterschiedliche Dickenverteilungen erzielt werden.

Nach Fig. 8 und 9 sind drei Kathoden 30 bis 32, jeweils mit dem Aufbau der Anordnung nach Fig. 4, senkrecht zur Bewegungsrichtung der Bahn 3 nebeneinander angeordnet. Wird der Strom der an jeder Kathode

befestigten Spule so eingestellt, daß die Dickenverteilung der Fig. 10A durch jede Kathode erhalten wird, läßt sich ein Dünnfilm aus aufgedampftem Material aus drei Targetplatten 30a, 31a und 32a mit der zusammengesetzten oder überlagerten Dickenverteilung gemäß Fig. 11 erzielen. Ein nach einem herkömmlichen Verfahren auf der Bahn 3 abgeschiedener Dünnfilm hat quer zur Breite der Bahn 3 eine konvexe Dickenverteilung, d.h., eine maximale Dicke an der Mitte der Breite der Bahn 3 und an den beiden Rändern der Bahn 3 eine Dicke mit einem Wert, der unterhalb eines vorbestimmten Wertes liegt. Damit betrug die effektive Breite des Dünnfilms 270 mm, d.h. etwa $\frac{2}{3}$ der Breite einer Kathode von 400 mm. Bei Verwendung einer Kathode mit einer Breite von 1200 mm beträgt die effektive Breite eines auf die Bahn aufgetragenen Dünnfilms etwa 800 mm. Ist dagegen bei dem erfindungsgemäßen Aufbau die resultierende Breite der Kathoden 30 bis 32 gleich 1200 mm, so wird gemäß Fig. 11 die effektive Breite eines abgeschiedenen Dünnfilms mehr als 1000 mm. Das heißt, die effektive Breite des Dünnfilms beträgt $\frac{9}{10}$ der resultierenden Breite der Kathoden 30 bis 32. Ferner kann erfindungsgemäß die Dickenverteilung einer der Fig. 10A, 10B und 10C mit der Dickenverteilung einer anderen dieser Fig. kombiniert werden, indem man den Strom in den Kathoden 30 bis 32 entsprechend steuert. Hierbei kann ebenfalls die effektive Breite des abgeschiedenen Dünnfilms erhöht werden.

Bei der vorliegenden Ausführungsform werden die Ströme in den Kathoden 30 bis 32 zeitlich so variiert, daß sich eine zusammengesetzte Dickenverteilung gemäß Fig. 11 ergibt. Daher wird der geätzte Bereich jeder der Targetplatten 30a, 31a und 32a nicht auf einen schmalen Bereich begrenzt, sondern auf eine breite Fläche vergrößert. Hierdurch wird die Lebensdauer der Targetplatte erhöht.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind mehrere Kathoden, die je eine tunnelförmige Magnetfeldverteilung erzeugen, senkrecht zur Bewegungsrichtung der Bahn 3 nebeneinander angeordnet. Die Ströme in den Kathoden werden so gesteuert, daß die mit einer der Kathoden erzielte Dickenverteilung eines Dünnfilms in günstiger Weise mit der Dickenverteilung eines mit einer anderen Kathode erzeugten Dünnfilms kombiniert wird. Daher kann die effektive Breite eines mit der vorliegenden Ausführungsform der Aufdampfvorrichtung erzeugten Dünnfilms gleich $\frac{9}{10}$ der resultierenden Breite der Kathoden gemacht werden. Dagegen beträgt nach dem herkömmlichen Verfahren die effektive Breite eines abgeschiedenen Dünnfilms etwa $\frac{2}{3}$ der Breite einer Kathode. Damit kann mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung das Gesamtvolumen der Kathoden vermindert werden. Das heißt, die Aufdampfvorrichtung der hier beschriebenen Ausführungsform kann mit kleinen Abmessungen ausgeführt werden. Ferner ist die Dicke eines mit Hilfe der vorliegenden Ausführungsform auf die Bahn 3 aufgetragenen Dünnfilms gleichmäßig und lokale Ätzungen in jeder Targetplatte können verhindert werden. Damit läßt sich die Lebensdauer jeder Targetplatte erhöhen.

Anhand der Fig. 12, 13, 14A und 14B wird eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron erläutert. Fig. 12 ist eine Seitenansicht eines Hauptteils der obigen Ausführungsform, Fig. 13 eine Vorderansicht des Hauptteils, wobei zwei Kathoden 33 und 34 auf einer geraden Linie parallel zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials, d.h. der Drehrichtung der Rollenanode 6 in

Abständen voneinander angeordnet sind. Die Fig. 14A und 14B zeigen die erzielte Dickenverteilung für den Fall, daß der Abstand zwischen Rollenanode 6 und Targetplatte 33a oder 34a gleich 40 mm ist. Die anderen Bedingungen sind die gleichen wie die Bedingungen bei der Erzielung der Dickenverteilung der Fig. 10B. Fig. 14B zeigt die erzielte Dickenverteilung für den Fall, daß zwischen Rollenanode 6 und Kathode 33 oder 34 eine niedrige Spannung oder kurzzeitig eine normale Spannung angelegt wird.

Wenn ein Dünnfilm mit der Dickenverteilung der Fig. 14A, der durch die Kathode 33 oder 34 gebildet wurde, auf einen Dünnfilm der Dickenverteilung der Fig. 14B, der durch die andere Kathode gebildet wurde, aufgebracht wird, ist der resultierende Dünnfilm hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Dicke einen nach einem herkömmlichen Verfahren aufgetragenen Dünnfilm hinsichtlich der Gleichmäßigkeit überlegen. Darüber hinaus ist die effektive Breite des resultierenden Dünnfilms größer als die eines nach dem herkömmlichen Verfahren hergestellten Dünnfilms. Die vorliegende Ausführungsform der erfindungsgemäßen Aufdampfvorrichtung zeitigt also den gleichen Effekt wie die Ausführungsform der Fig. 1 bis 3.

Ferner wird mittels der vorliegenden Ausführungsform der Aufdampfvorrichtung das von der Targetplatte 33a und das von der Targetplatte 34a zerstäubte Material nacheinander auf einen Teil der Bahn 3 abgelagert. Daher läßt sich die Zerstäubungszeit, die notwendig ist, einen Dünnfilm vorbestimmter Dicke zu erzielen, verglichen mit einem herkömmlichen Verfahren verkürzen, bei dem nur eine Kathode verwendet wird. Damit verkürzt sich die Prozeßzeit.

Werden ferner der Vorgang zur Erzielung der Dickenverteilung der Fig. 14A und der Vorgang zur Erzielung der Dickenverteilung der Fig. 14B abwechselnd und wiederholt für jede der Kathoden 33 und 34 durchgeführt, so vergrößert sich die geätzte Fläche jeder der Targetplatten 33a und 34a, wodurch die Lebensdauer jeder Targetplatte weiter verlängert wird.

Fig. 15 und 16 zeigen die Vorderansicht eines Hauptteils einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufdampfvorrichtung mit planarem Magnetron bzw. eine schematische Darstellung der Anordnung der Kathoden bei dieser Ausführungsform.

Hierbei sind die Kathoden 35 und 36 ebenso angeordnet wie in den Fig. 12 und 13. Eine Kathode 37 ist in einer Stellung angeordnet, die in der Mitte zwischen den Kathoden 35 und 36 liegt, jedoch senkrecht zur Bewegungsrichtung des bandförmigen Materials 3 verschoben ist. Diese Ausführungsform zeitigt den gleichen Effekt wie die der Fig. 8 und 9.

- Leerseite -

3735162

FIG. 1

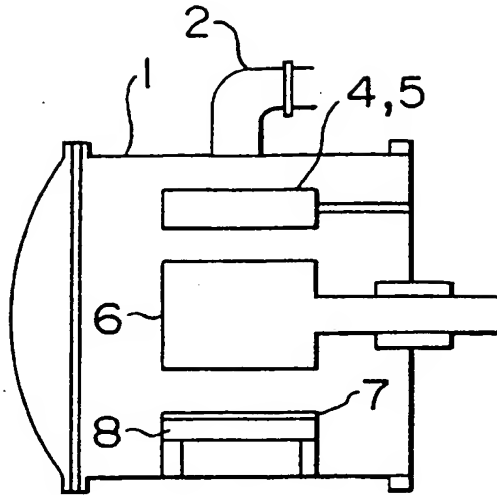


FIG. 2

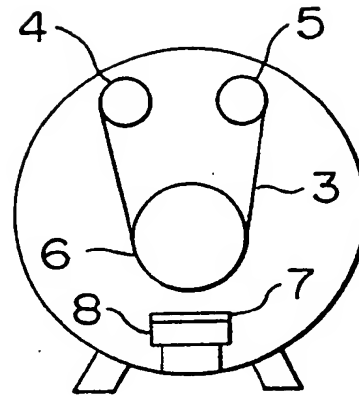


FIG. 3

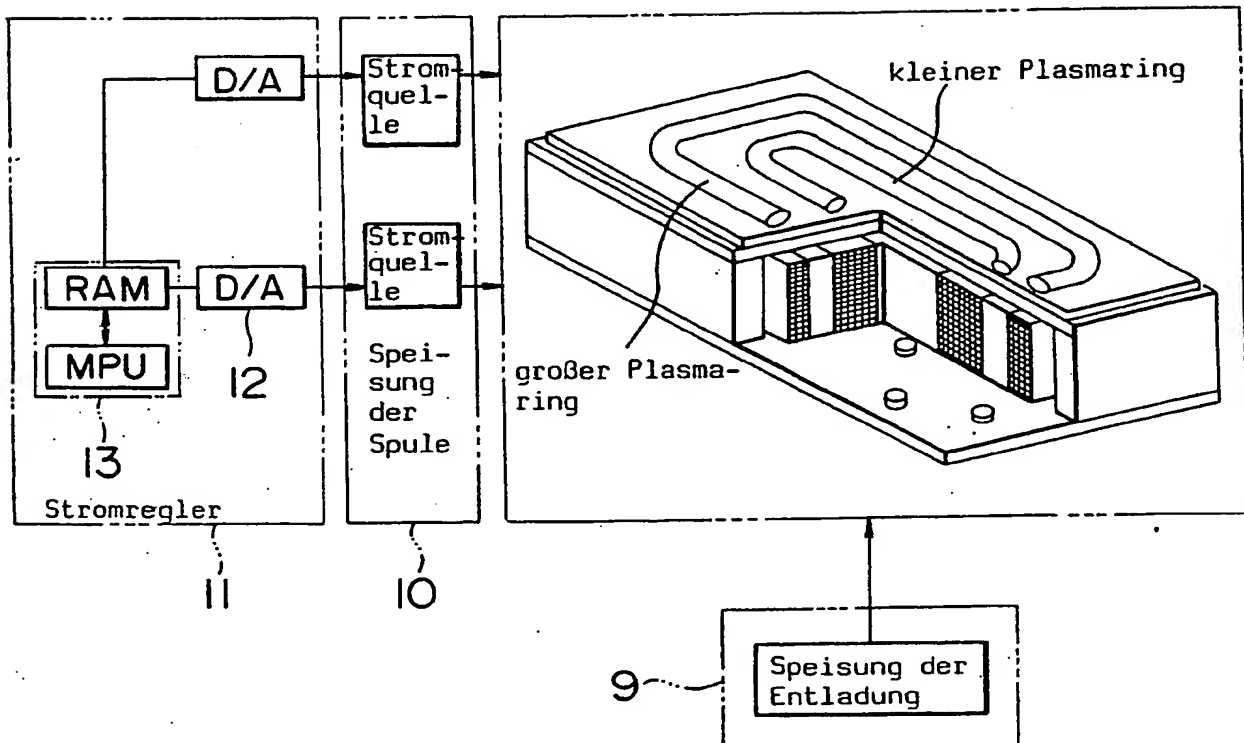


FIG. 6

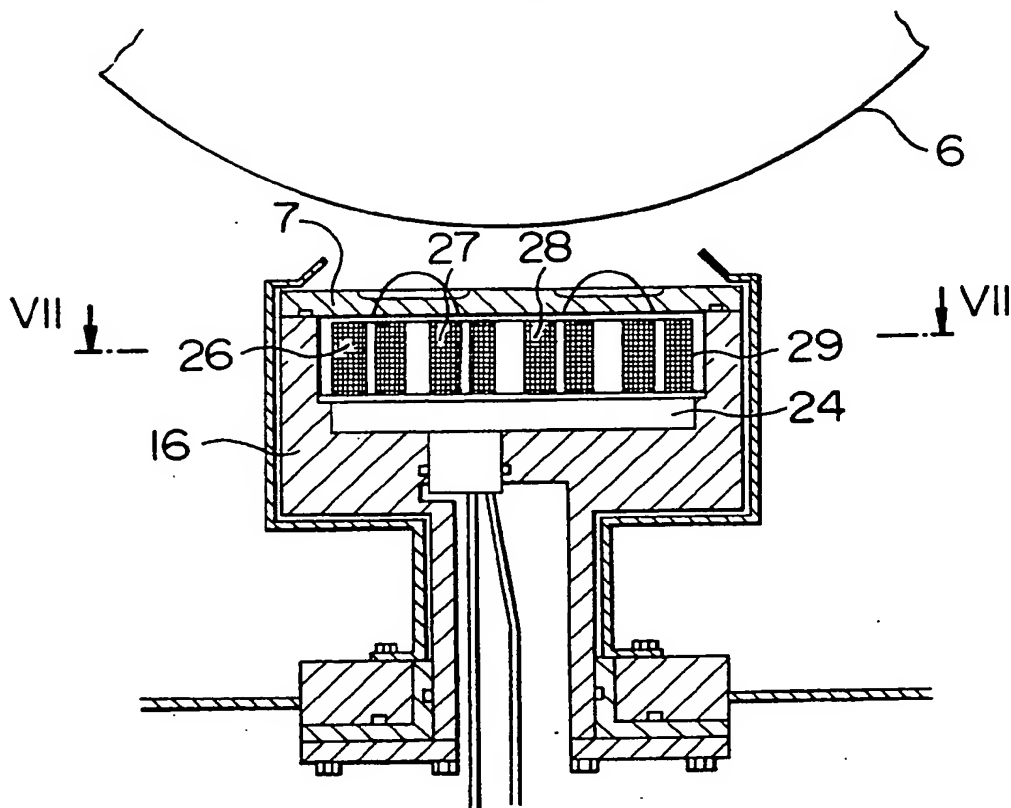


FIG. 7

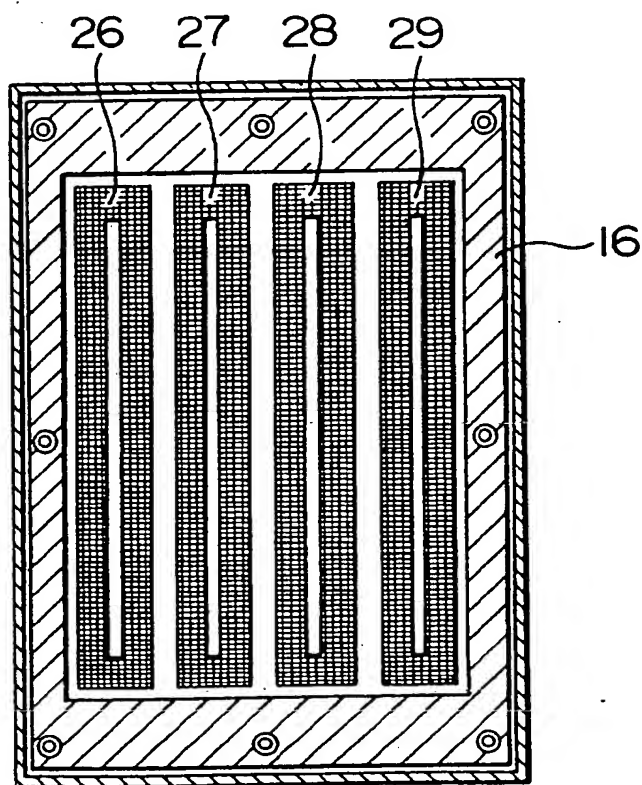


FIG. 8

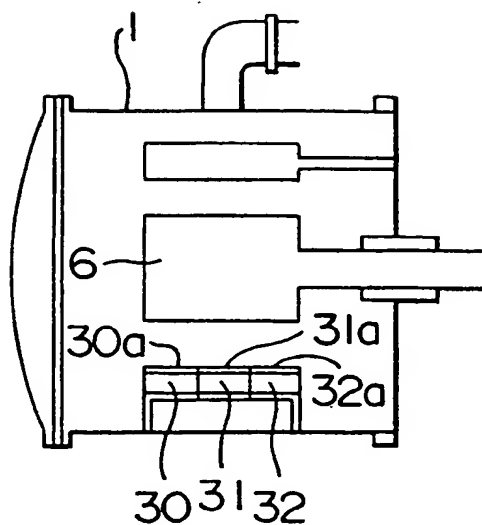


FIG. 9

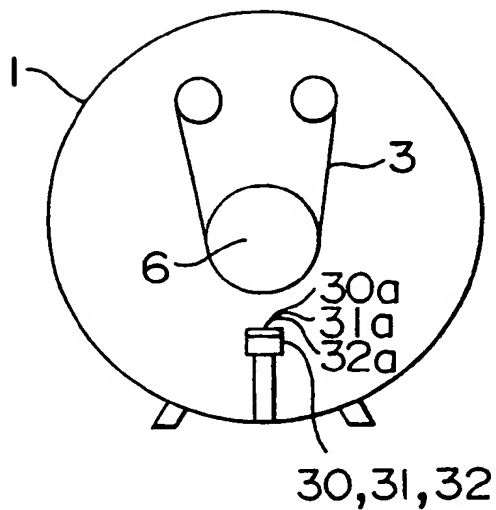


FIG. 10A

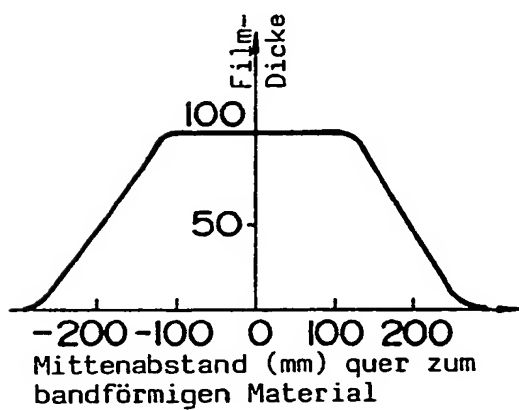


FIG. 10B

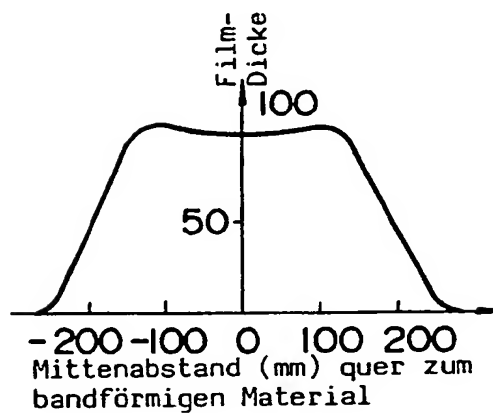


FIG. 10C

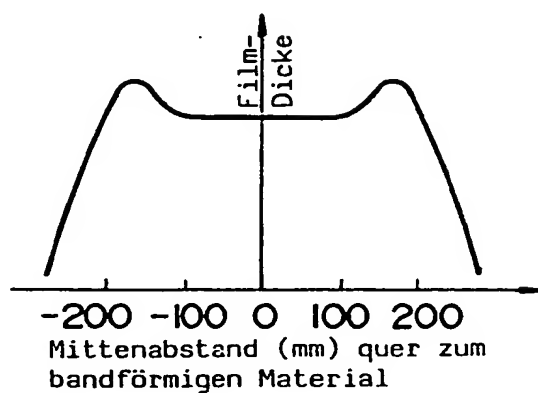


FIG. 11

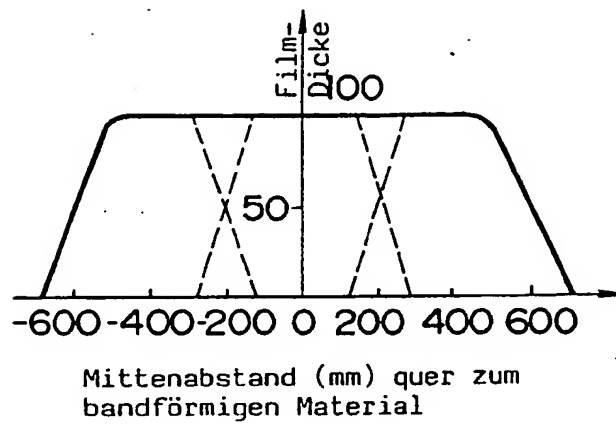


FIG. 12

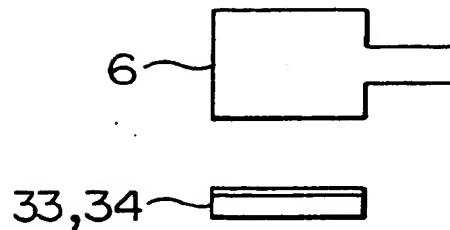
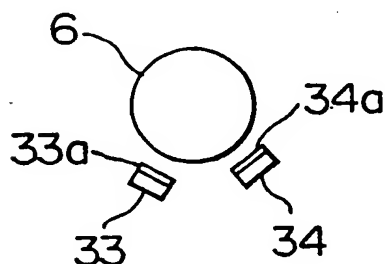


FIG. 13



3735162

FIG. 14A

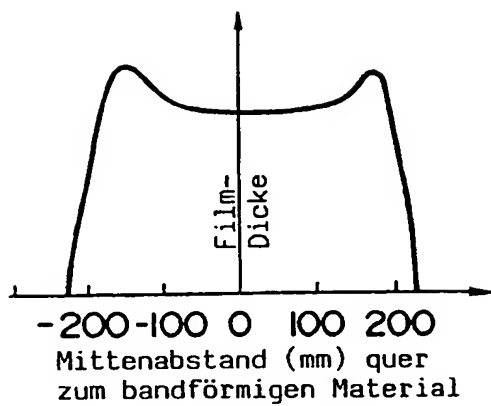


FIG. 14B

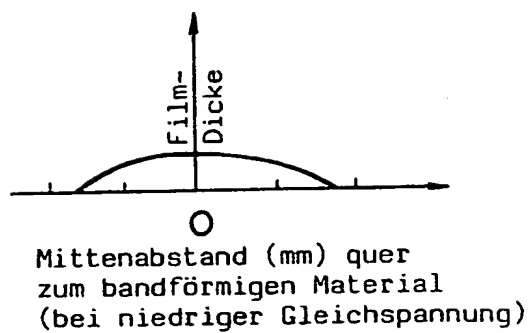


FIG. 15

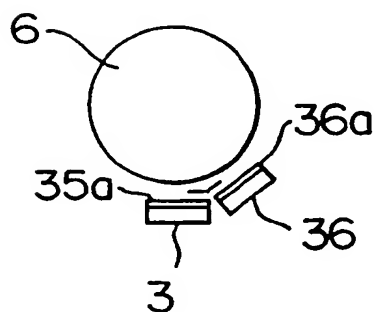


FIG. 16

